

# Messdatenbasierte Leistungsbewertung von Real-Time-Control Systemen in Kanalnetzen

Masterarbeit, Louis Barth

# Wie alles begann

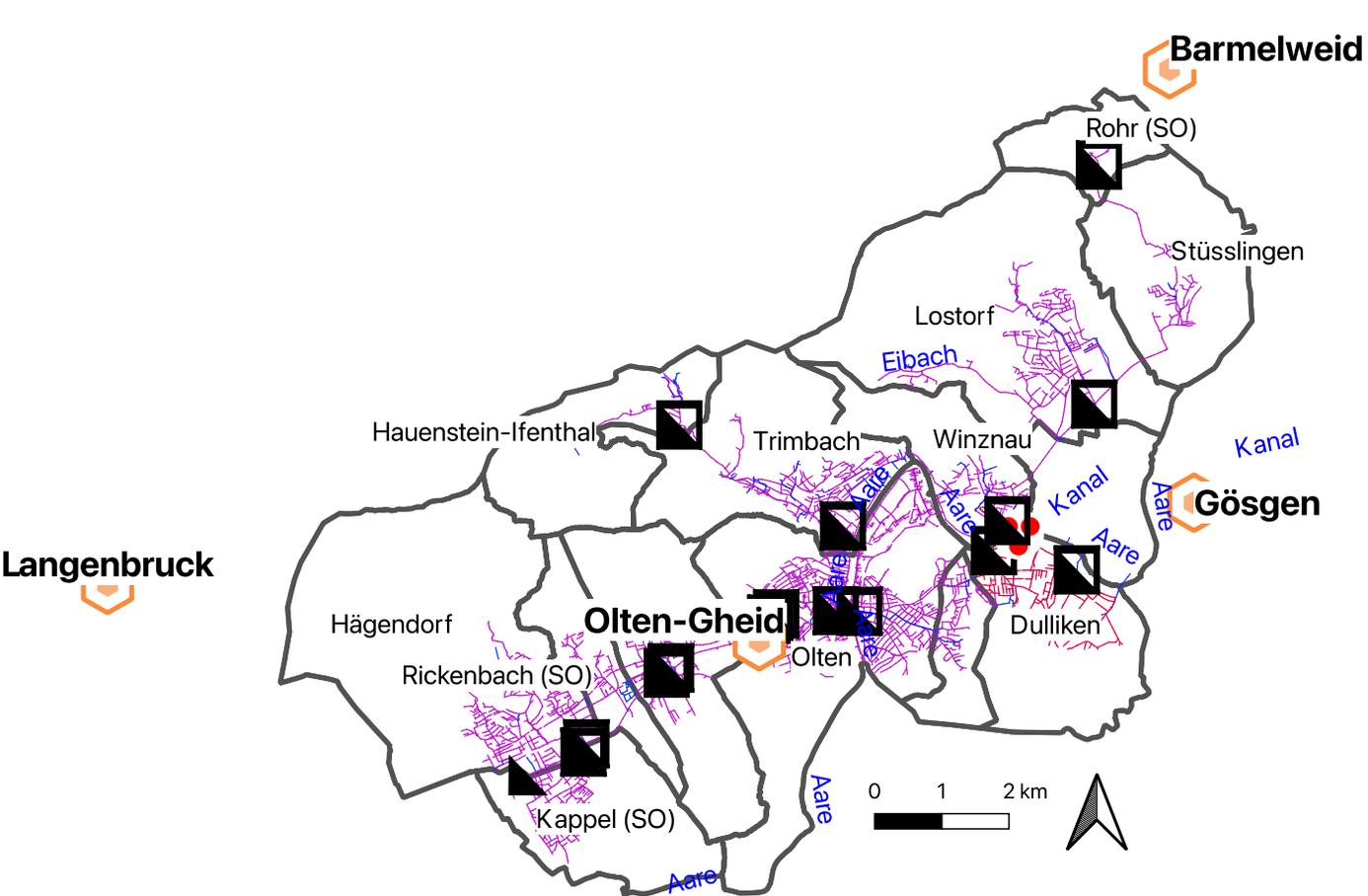
2019:  
INKA Regler wird im  
Einzugsgebiet der  
ARA Winznau  
eingebaut.



Christoph Bitterli:  
**Ist es jetzt besser?**



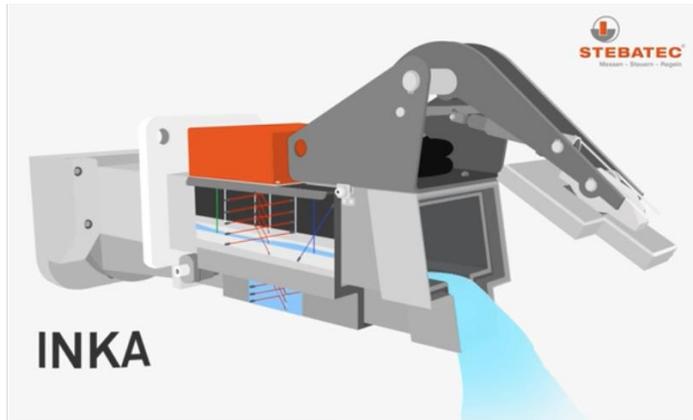
# Einzugsgebiet ARA Winznau



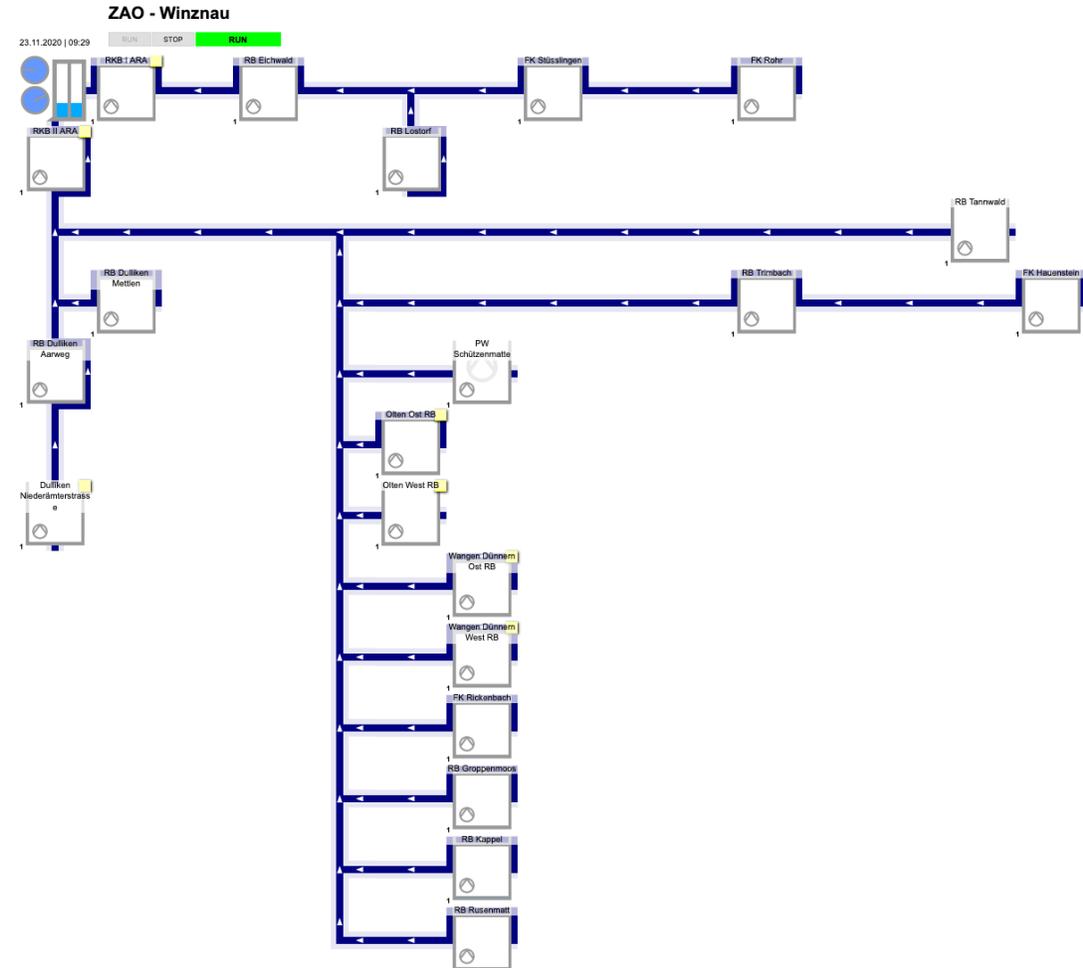
- 13 Gemeinden
- Fläche 1710 ha
- 87 Sonderbauwerke (Stand 2009)
- Davon 18 Regenbecken
- 16 davon mit INKA Regler gesteuert (Stand 2021)
- Kein aktuelles Schmutzfrachtmodell

# Ziele RTC INKA Reglers (Stebatec AG)

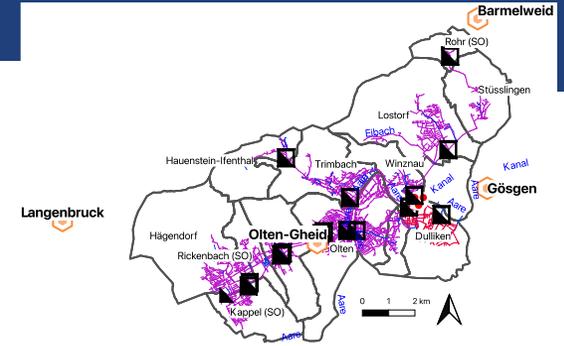
- Auslastung der Kapazität der ARA
- Homogene Speicherauslastung



Pneumatischer Abflussregler



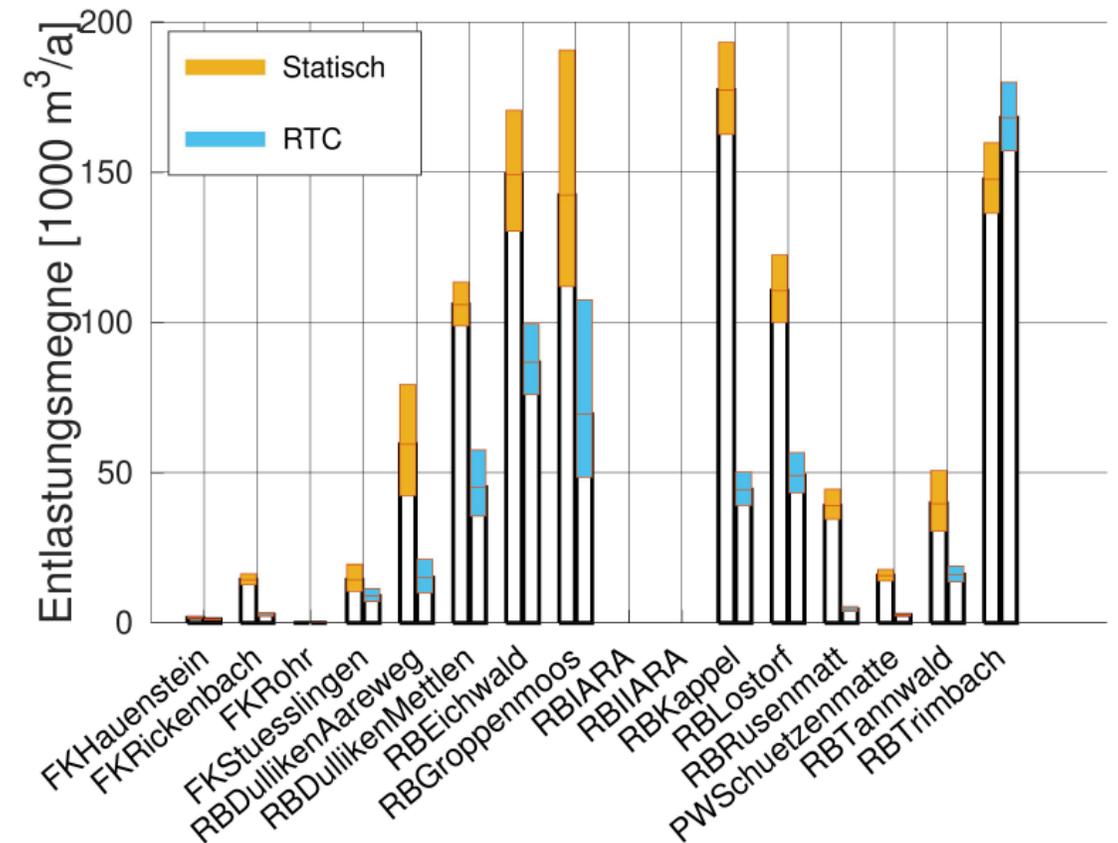
# Einzugsgebiet ARA Winznau



- Messdaten von statisch (4 Monate) und RTC Periode (laufend, ca 1.5 Monate)
- Datenanalyse
  - Datenqualität gut
  - Ungleichmässige Überregnung
  - Messperiode kurz (statisch)
- Einfache Analysen zeigen: Verminderung der jährlichen Entlastungsmenge

# Entlastungsverhalten

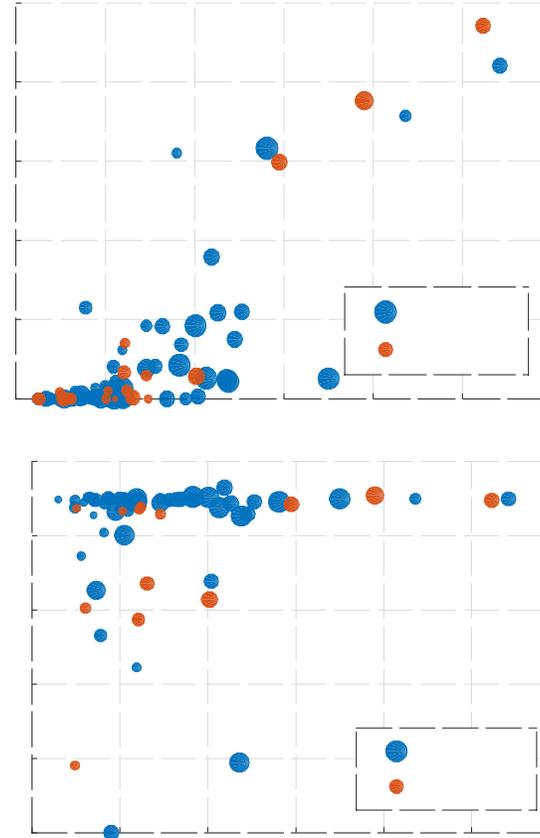
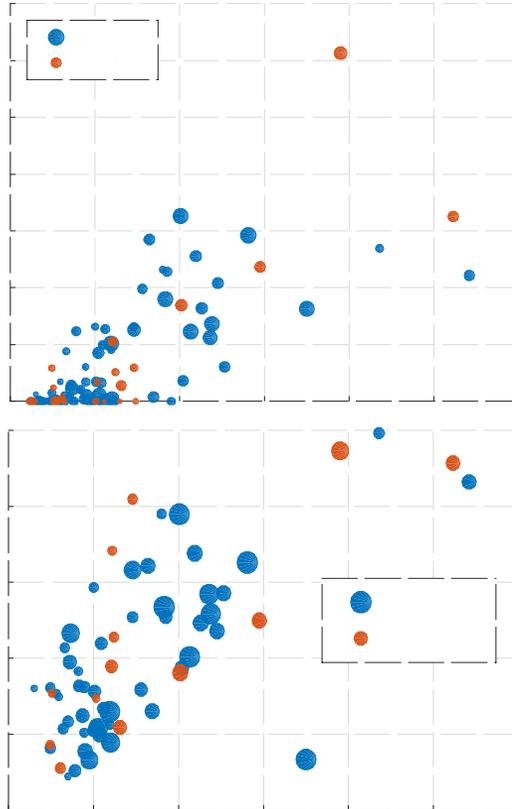
- Einfache Datenanalyse:
  - Verminderung der jährlichen Entlastungsmenge um ca. 50%!!
- Problem:
  - Eine Unsicherheitsanalyse der Lage der Wehrschwelle (+/- 1 cm) zeigt grosse Sensitivitäten
  - Geringere Regenbelastung in der geregelten Periode



# Bewertungskriterien

- Auslastung der ARA
  - Zum Zeitpunkt der ersten Entlastung eines Regenereignisses
  - → Zuleitung des Schmutzstoss zur ARA
- Ausnützung des vorhandenen Speichervolumen im Netz
  - Zum Zeitpunkt der ersten Entlastung eines Regenereignisses
- Verhindern von Entlastungen
  - Gab es eine Entlastung während Regenereignis (Ja/Nein)
  - → Entlastungswahrscheinlichkeit bei Regenereignissen einer gewissen Stärke

# Die Messdaten zeigen eine grosse Variabilität



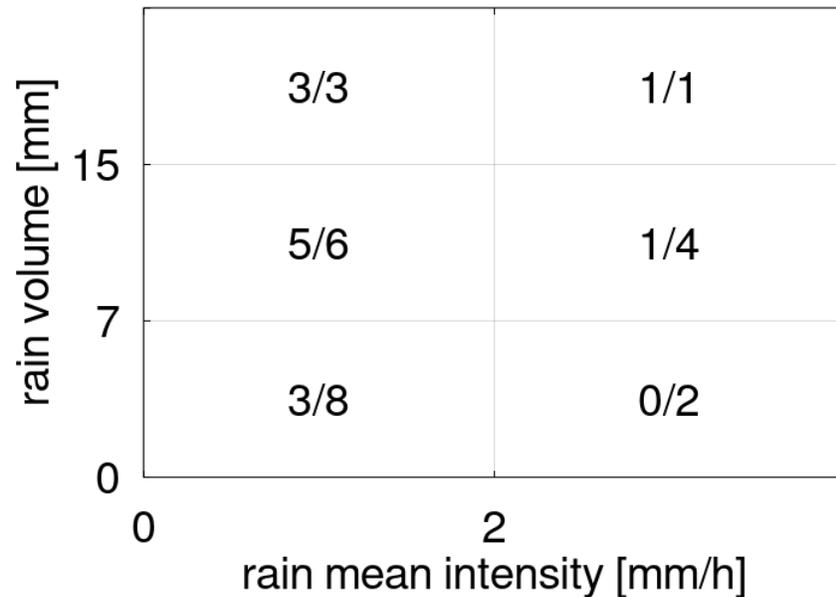
# Bewertungsmethoden I

- Binomiale Methode
- Entlastung ja/nein

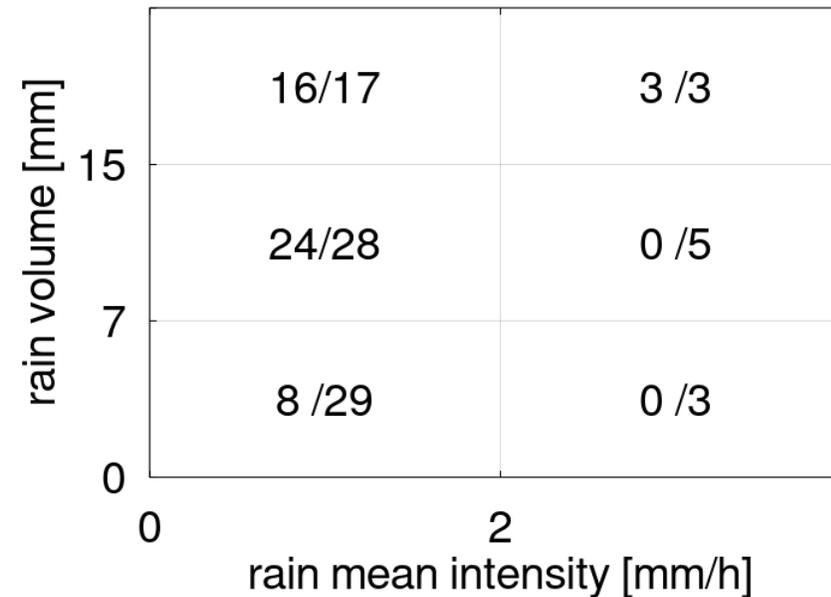
Lesebeispiel:

Events mit Entlastung / Gesamtanzahl Events pro Kategorie

Ohne INKA



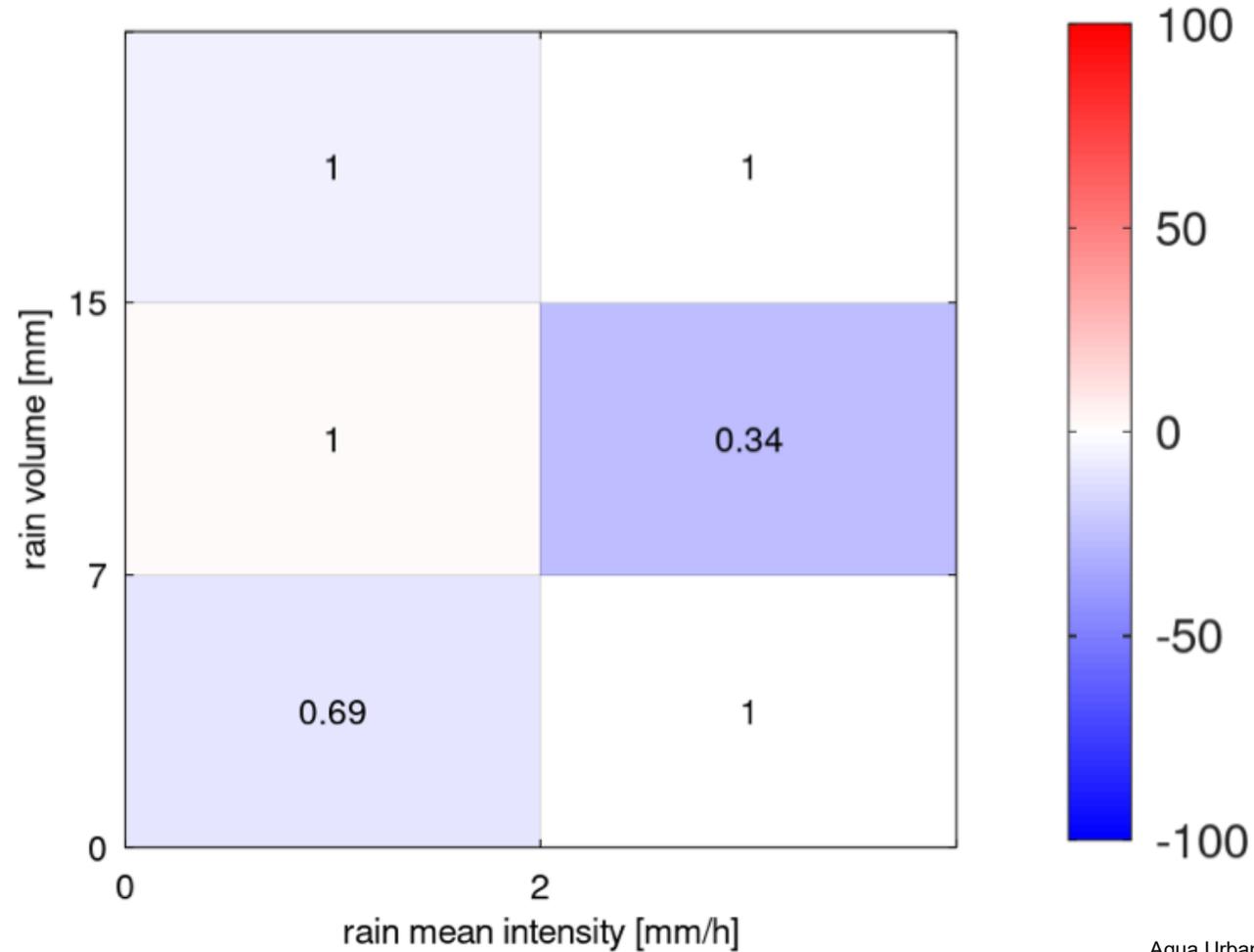
Mit INKA



# Bewertungsmethoden I

- Binomiale Methode
- Entlastung ja/nein

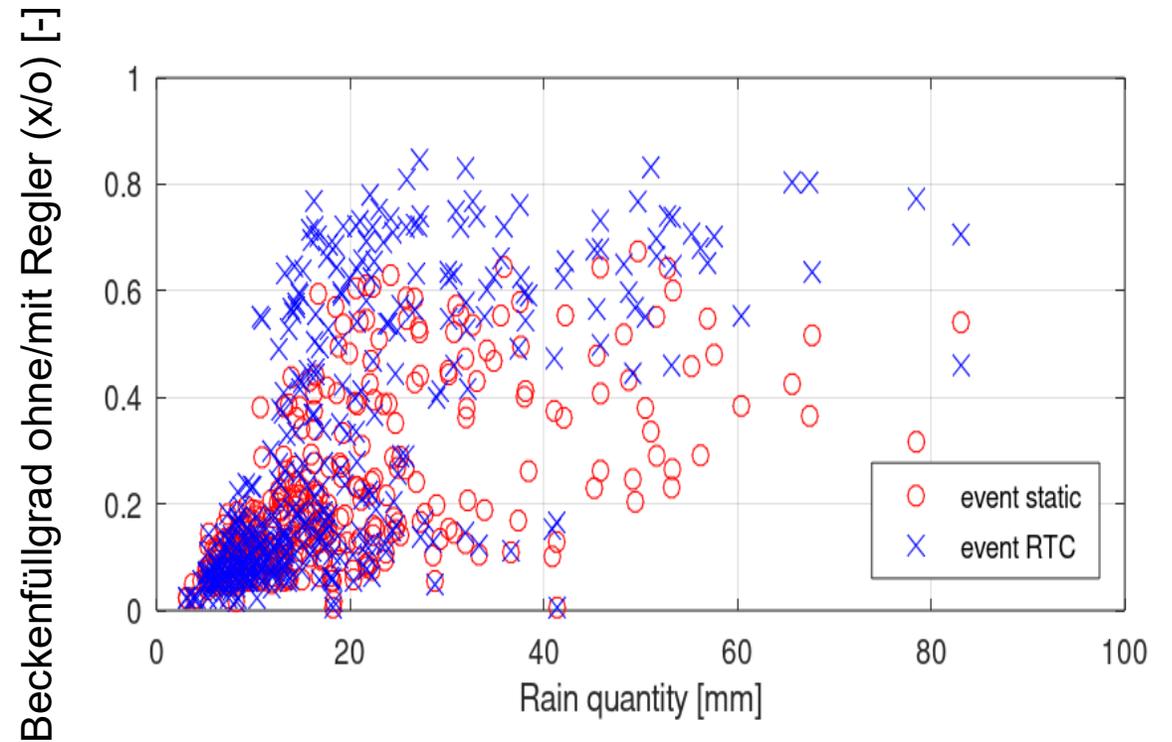
Änderung der Entlastungswahrscheinlichkeit [%]



# Bewertungsmethoden II

Nichtlineare Regression mit «Random Forest» Methode

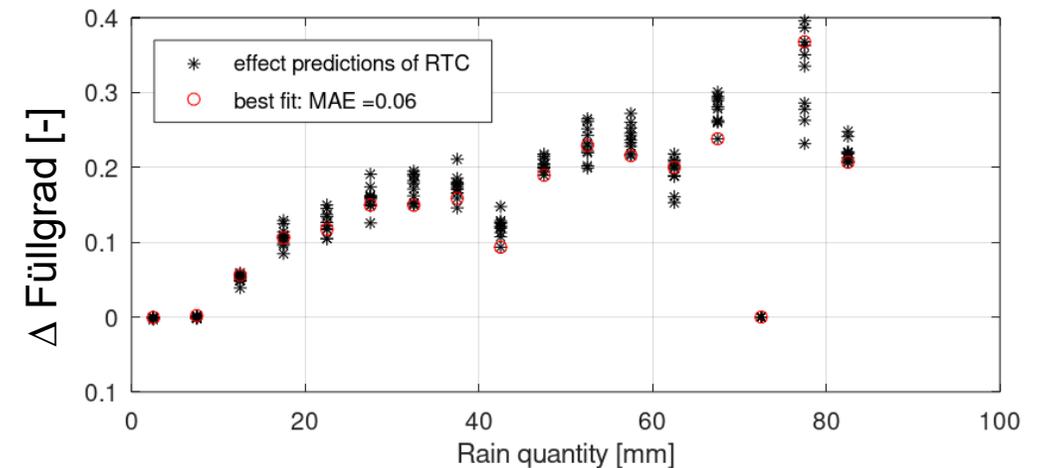
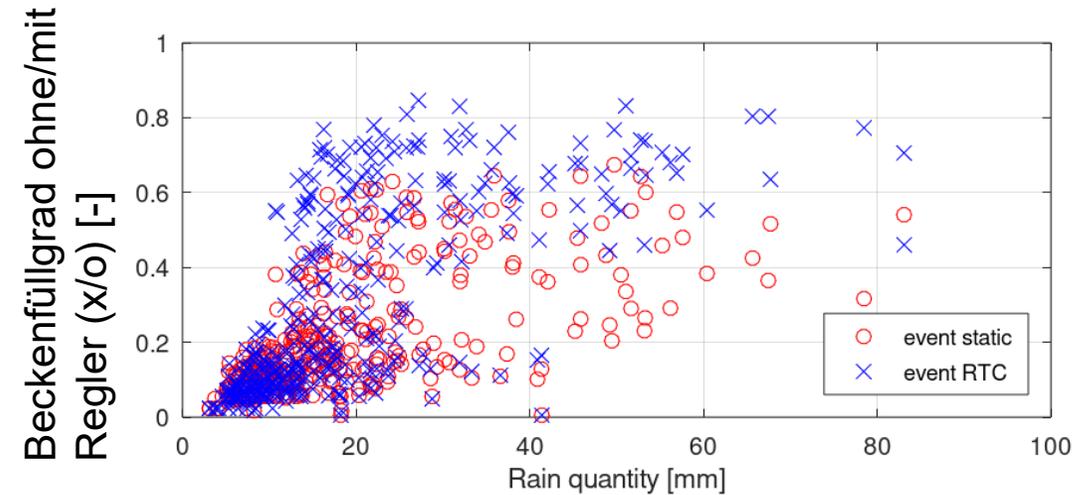
- Datensatz künstlich verlängert mit konzeptuellem Kanalnetzmodell mit INKA box
- Mehr Regencharakteristiken können verwendet werden
- Das Modell «lernt» den Einfluss des Kontrollers



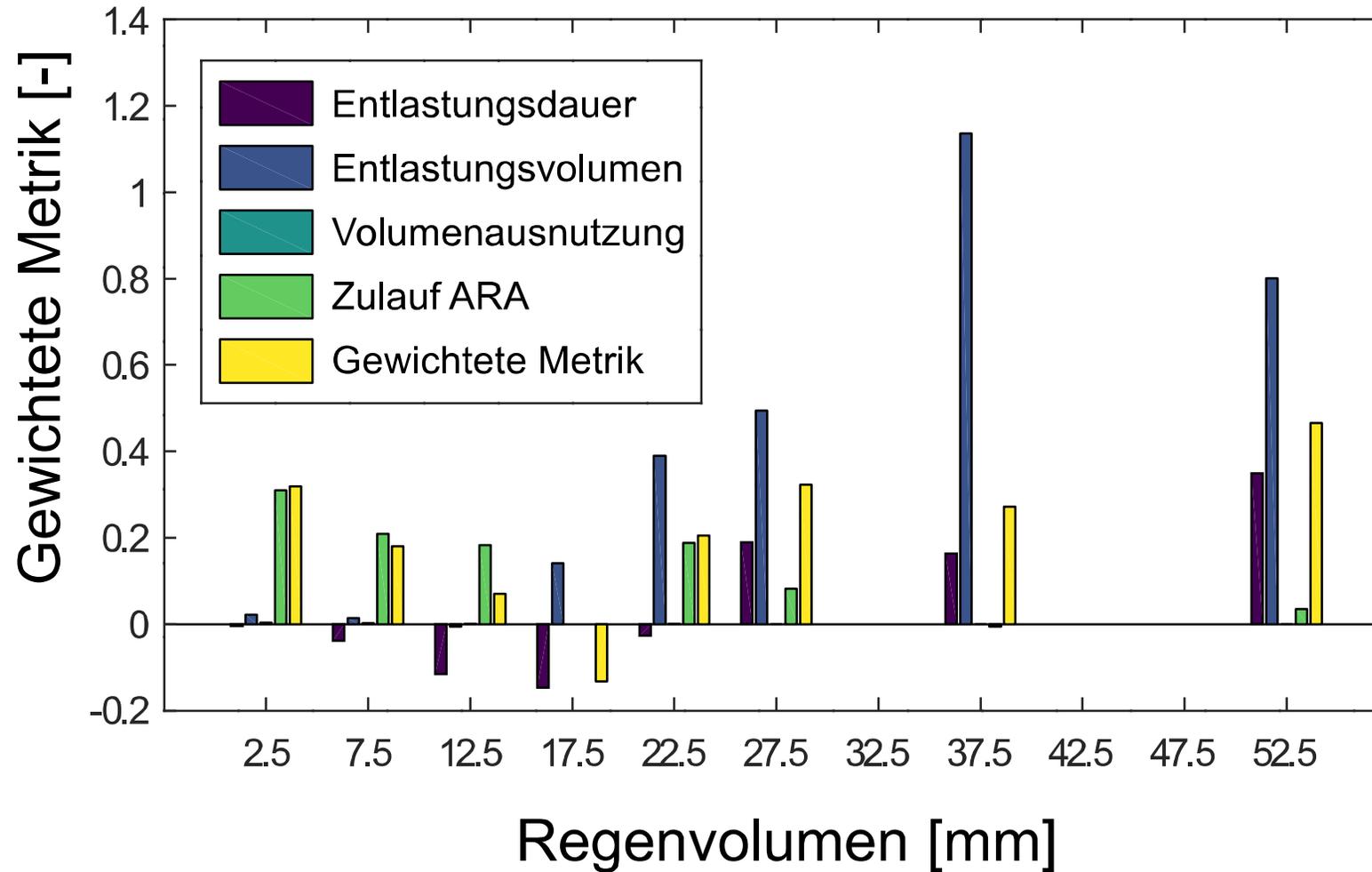
# Bewertungsmethoden II

## Nichtlineare Regression mit «Random Forest» Methode

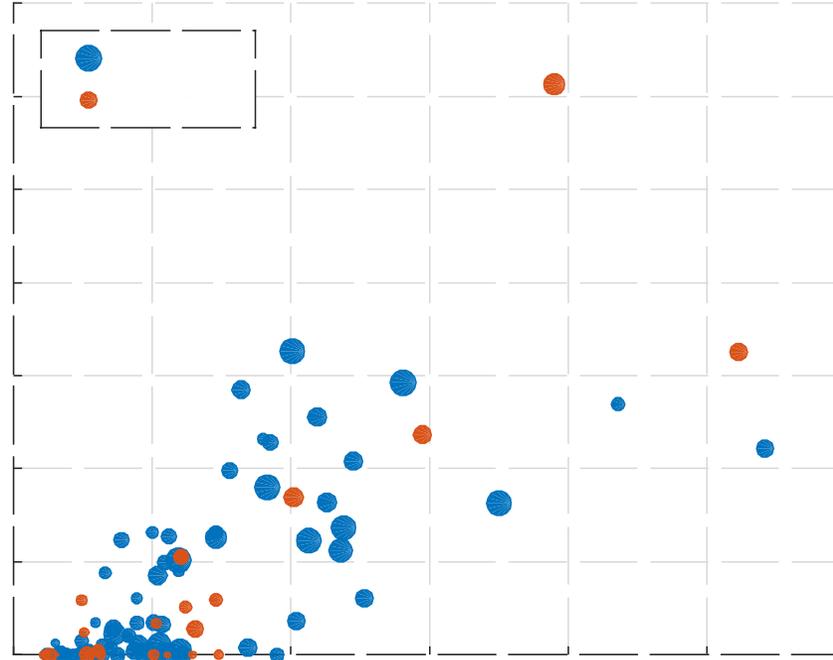
- Datensatz künstlich verlängert mit konzeptuellem Kanalnetzmodell mit INKA Regelungshardware
- Mehr Regencharakteristiken können verwendet werden
- Das Modell «lernt» den Einfluss des Kontrollers



# Bewertungsmethoden II



# Anforderungen an Messdauern



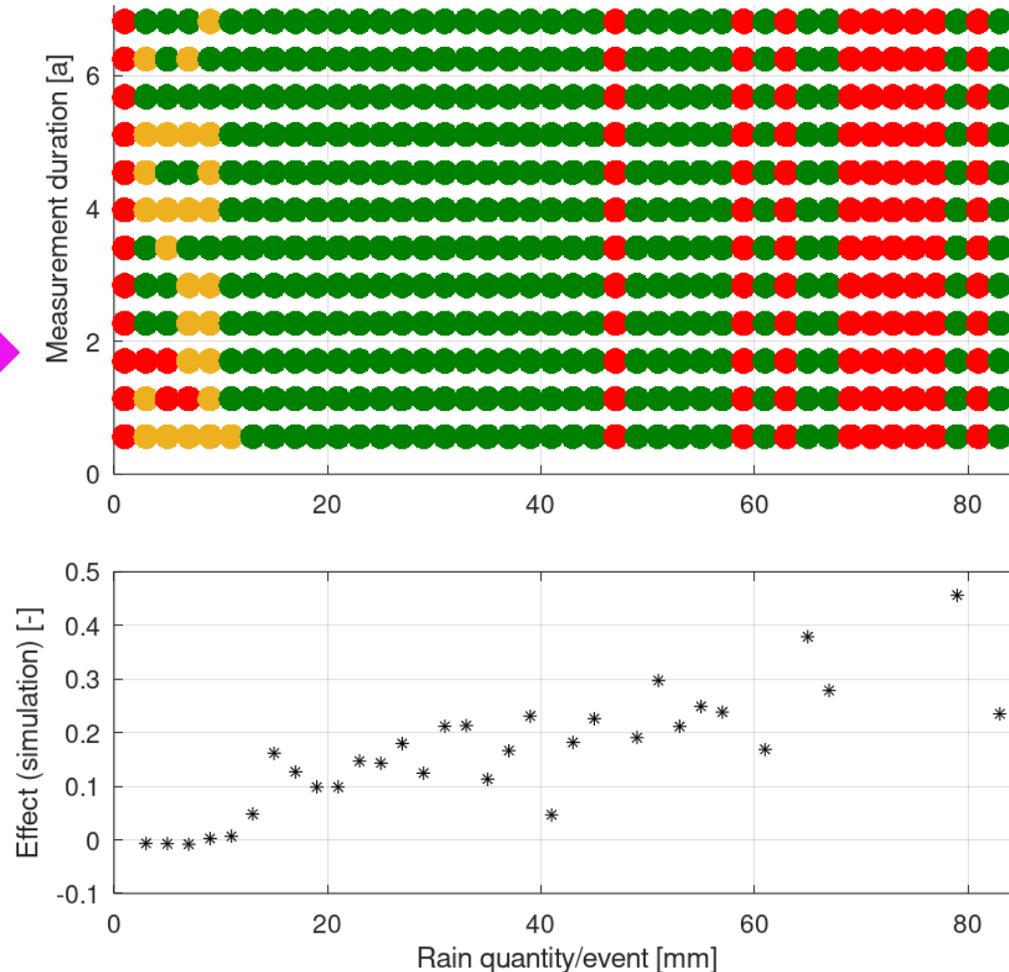
# Anforderungen an Messdauern

- Random Forest Regression
- Ausnützung Speichervolumen



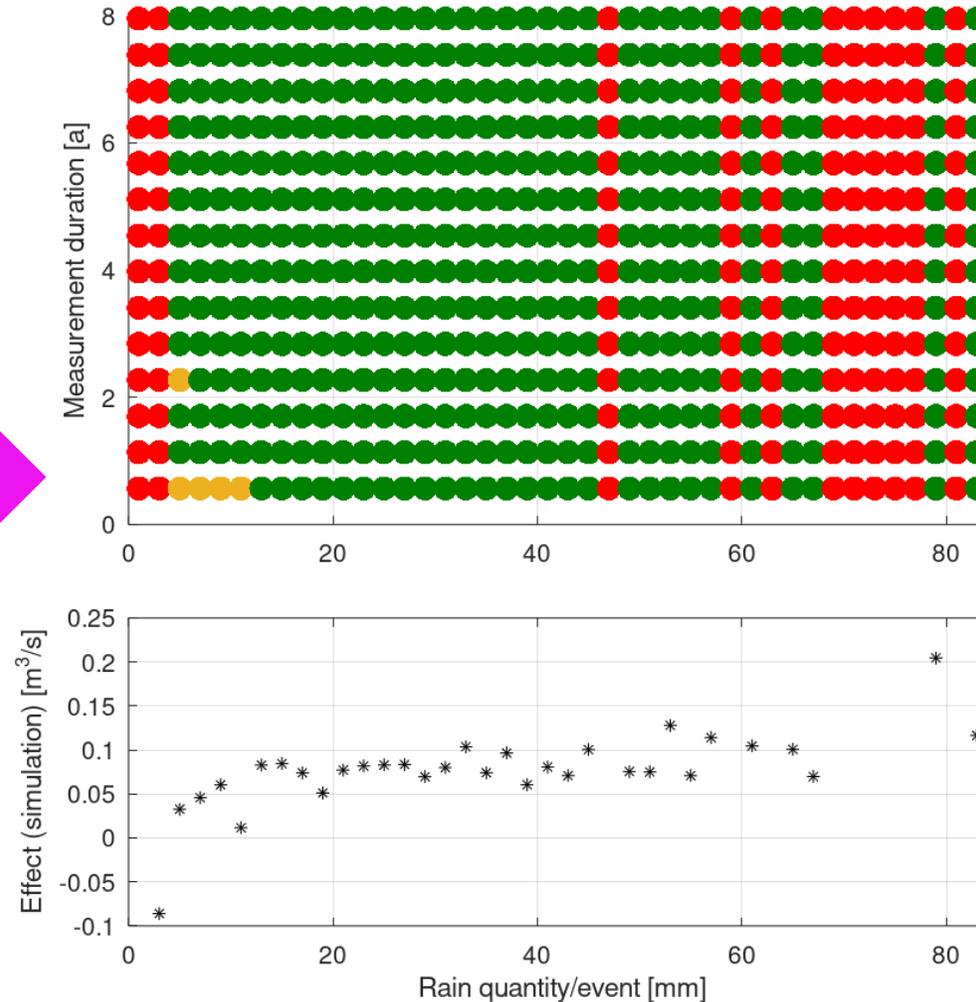
Ich muss **ca. 2 Jahre** messen  
(1 Jahr ohne, 1 Jahr mit  
Regler)

Trefferquote  
Grün: > 80%  
Gelb: 50-80%  
Rot: <50%



# Anforderungen an Messdauern

- Random Forest Regression
- Auslastung ARA

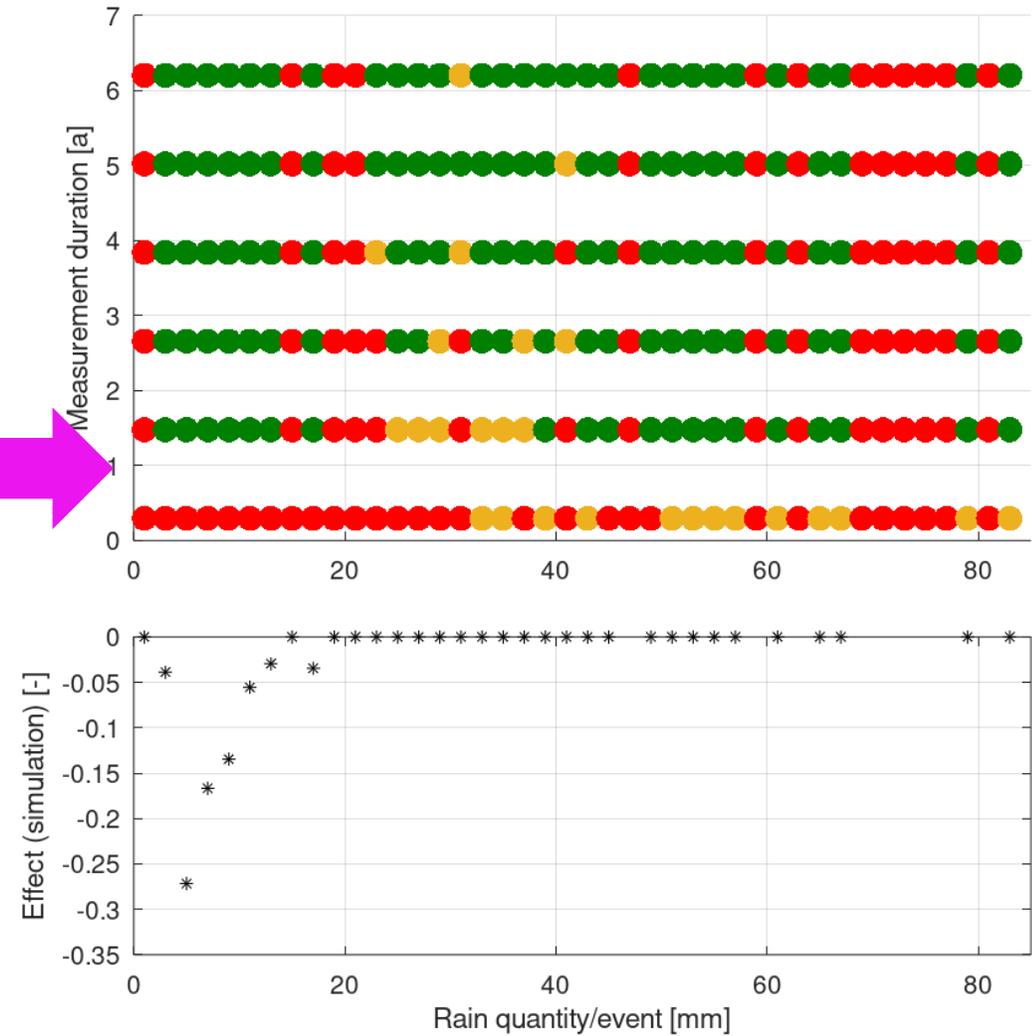


Trefferquote  
 Grün: > 80%  
 Gelb: 50-80%  
 Rot: <50%

# Anforderungen an Messdauern

- Random Forest Regression
- Entlastung ja/nein

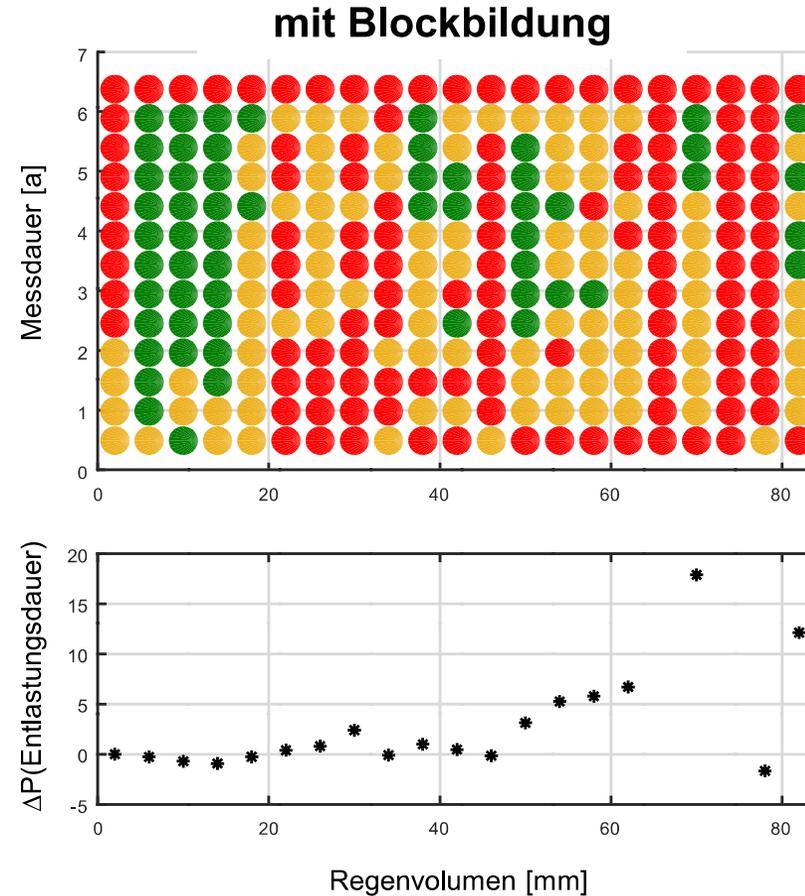
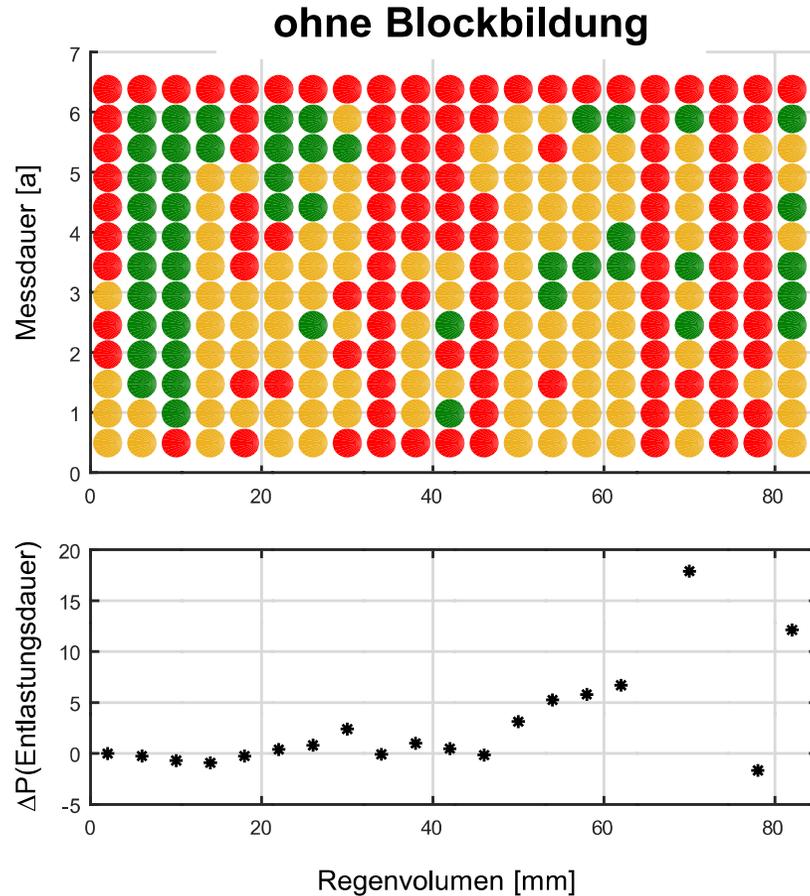
Trefferquote  
 Grün: > 80%  
 Gelb: 50-80%  
 Rot: <50%



# Intermittierender Betrieb

- Random Forest Regression

Trefferquote  
 Grün: > 80%  
 Gelb: 50-80%  
 Rot: <50%

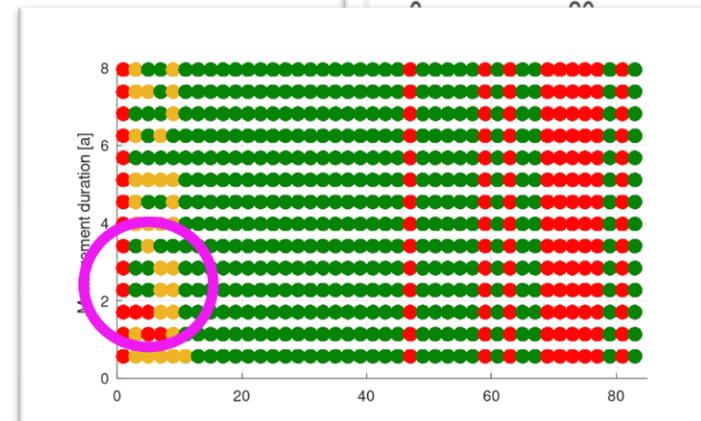
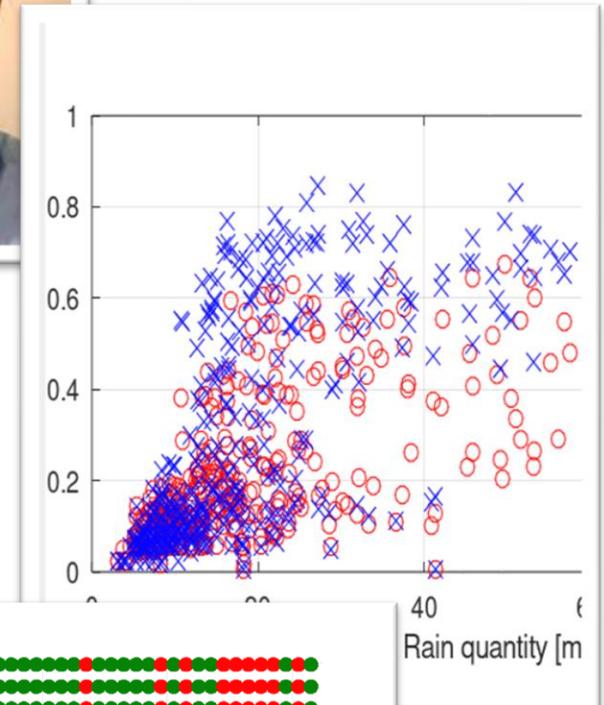


# Fazit



# Fazit

- Im Moment ist nicht 100% klar, wie «**Leistung**» eines Reglers/Entwässerungnetzes am besten mit über Messdaten beurteilt werden kann.
- **Regen und andere Störgrößen** sollten in Analyse berücksichtigt werden. Verschiedene Indikatoren zeigen verschiedene Ergebnisse.
- **Der INKA-Ansatz**, dass die ARA einbezogen wird, ist auf jeden Fall gut!
- Für Winznau: eine verlässliche Leistungsanalyse benötigt bestenfalls **12 Monate**.
- Verallgemeinerung ist schwierig, aber es braucht **eher Jahre als Monate**, um einen positiven Effekt mit Messdaten zu zeigen.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit